



TITLE:

2.ゼオライト中吸着ヘリウムの量子流体(北海道大学理学部物理学教室,修士論文アブストラクト(1984年度))

AUTHOR(S):

加藤, 英幸

CITATION:

加藤, 英幸. 2.ゼオライト中吸着ヘリウムの量子流体(北海道大学理学部物理学教室,修士論文アブストラクト(1984年度)). 物性研究 1985, 44(4): 567-568

ISSUE DATE:

1985-07-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/91774>

RIGHT:

参考文献

- 1) S. F. Edwards and P. W. Anderson, J. Phys. F5 (1975) 965
- 2) M. Suzuki, Prog. Theor. Phys. 58 (1977) 1151
- 3) Y. Miyako, S. Chikazawa, T. Saito and Y. G. Youchunas, J. Phys. Soc. Jpn. 46 (1979) 1951
- 4) B. Barbara, A. P. Malozemoff and Y. Imry, Phys. Rev. Lett 47 (1981) 1852
 P. Monod and H. Bouchiat, J. de Phys. Lett 43 (1982) 45
 R. Omari, J. J. Prejean and J. Souletie, J. de Phys. 44 (1983) 1069

2. ゼオライト中吸着ヘリウムの量子流体

加藤 英 幸

restricted geometry 中吸着 He 系の研究には、様々な固体表面を substrate に使用した実験がある。均質な 2 次元平面を提供する graphite のへき開面に吸着した ^4He 薄膜では、K-T 転移の一例として知られる 2 次元超流動の起こることが確かめられており、porous Vycor glass の微小細孔中吸着 ^4He 系では、超流動転移を伴う 3 次元 Bose gas の凝縮が発見されている。そこで、さらに制約の大きな吸着空間と考えられる Zeolite 結晶中の原子サイズの空孔に吸着した ^3He , ^4He 系においては、いかなる量子凝縮相が見られるかを比熱測定により調べた。

使用した Zeolite は構造の異なる L Zeolite と Y Zeolite である。L Zeolite は、13 Å 径の cage が 7.1 Å 径の aperture によって 1 次元的に結ばれたトンネル状の空孔を持つ。一方、Y Zeolite は 13 Å 径の cage が 8 Å の aperture によって結ばれたダイヤモンド構造の空孔を持つ。L 型としては空孔内に K^+ イオンの存在する K-L Zeolite ($\text{K}_9[(\text{AlO}_2)_9(\text{SiO}_2)_{27}]$) を、Y 型としては Na^+ , H^+ イオンをそれぞれ持つ Na-Y Zeolite ($\text{Na}_{56}[(\text{AlO}_2)_{56}(\text{SiO}_2)_{136}]$), H-Y Zeolite ($\text{H}_{56}[(\text{AlO}_2)_{56}(\text{SiO}_2)_{136}]$) とカチオンの殆ど存在しない Silicalite ($\text{Na}_{3.5}[(\text{AlO}_2)_{3.5}(\text{SiO}_2)_{188.5}]$) を用いた。比熱測定は、これらの Zeolite に吸着した ^3He , ^4He に対し様々な吸着量で 0.1 K ~ 10 K の温度範囲で行なわれた。

Na-Y Zeolite 中吸着 ^3He , ^4He の比熱測定の結果、いずれの吸着量でも、数 K 以上では、比熱は温度に対して単調に増大し、熱容量のもっとも大きくなる吸着量では温度に比例することが分った。これは Andreev の指摘する零点振動の大きな semiquantum liquid 示す特徴的な比熱と考えている。数 K 以下の低温では、吸着量に対する 3 つの異なる領域が存在し、Low co-

verage の領域では、ある温度で比熱の急激な落ち込みが見られ、この温度以下では、He 原子が Na^+ イオンの周辺に局在するものと考えられる。Intermediate coverage の領域では、温度の 2 乗に比例する比熱が、 ^4He の場合には 0.8 K 程度まで得られており、壁面に 2 次元的に束縛された He 内に phonon が走るものと考えられる。High coverage の領域では、 ^4He と ^3He の間に定性的な違いが見られ、0.2 K 近傍では、 ^4He に比べて ^3He の比熱の方が圧統的に大きく、コブ状の比熱が見られる。これをバルク液体 ^3He の比熱と比較すると大きさは約 10 % しかないが、温度依存性は良く似ており、Fermi 統計効果の効いた液体的な状態ではないかと考えている。

K-L Zeolite 中の He の比熱では、 ^4He と ^3He の違いは顕著ではなく、H-Y Zeolite 中 He も同様である。Silicalite 中 He の比熱測は現在進行中で、吸着量の少ない領域で他種 Zeolite の場合とは異なった比熱を得たが、この点については良く分っていない。しかしながら、Na-Y, H-Y, Silicalite の順にカチオンの影響が弱くなっていると考えられる比熱の結果を得ており、Silicalite は、He の量子的な振舞いが最も期待される substrate と考えている。

3. Fe_xTiS_2 の磁性

吉岡俊博

遷移金属二硫化物 TiS_2 は hexagonal な結晶構造をもつ。C 軸に沿って…—Ti 層—S 層—S 層—Ti 層—S 層—S 層—Ti 層—…の層状構造をもち隣り合う S 層間は弱い van der Waals 力による結合である。この弱い van der Waals gap の間に層状に異種原子が入り込むこと（インターカレーション）が知られている。 TiS_2 に Fe がインターカレートした Fe_xTiS_2 は基本的に TiS_2 の結晶構造を保っており、 $x = 1/4$, $1/3$ 及び $1/2$ に Fe のサイトがオーダーした超格子構造が存在する。 $\text{Fe}_{1/2}\text{TiS}_2$ は $T_N = 138\text{ K}$ の反強磁性体である。また常磁性磁化率から求められたワイス温度は $0 \leq x \leq 0.5$ の範囲ですべて正の値をもつ。ところで、磁性原子のサイトが秩序をもたないランダムスピン系において、磁氣的相互作用に正負のものが共存している系は低温でスピンがランダムな配向をもって凍結した状態（スピングラス）が存在することが知られている。例えば、磁性不純物を希薄に含んだ合金 AuFe は、磁性原子間の相互作用は、その大きさが距離の 3 乗に反比例して減衰し、正負に振動する RKKY 相互作用であり、Fe 濃度が 1 ~ 10 % でスピングラス転移を低温で示す。また、 $\text{Eu}_x\text{Sr}_{1-x}\text{S}$ のように磁氣的相互作用の及ぶ距離が短い非金属においても、正負の磁氣的相互作用（最近接 $J_1 > 0$ 、